

Утверждаю

Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО «Ивановский
государственный энергетический
университет имени В.И. Ленина»
доктор технических наук, профессор
Тютиков Владимир Валентинович



2024 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования (ФГБОУ ВО) «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» на диссертационную работу **Осокина Владислава Юрьевича** на тему «**Методы повышения точности определения места повреждения воздушных линий электропередачи при замыканиях на землю в сетях с изолированной нейтралью**», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 – «Электротехнические комплексы и системы»

Актуальность темы исследования

Задача определения места повреждения (ОМП) линии электропередачи (ЛЭП) относится к сложным и наиболее длительным операциям по восстановлению поврежденного участка сети. В сетях среднего напряжения проблема ОМП на воздушных линиях усугубляется режимом заземления нейтрали, большой протяженностью, а также сложностью проведения осмотра поврежденных линий.

Однофазные замыкания на землю (ОЗЗ) являются наиболее распространенными повреждениями воздушных ЛЭП и составляют порядка 60-80% от общего числа повреждений. Особенностью сетей с изолированной нейтралью является возможность работы в режиме ОЗЗ в течение длительного времени. Продолжительная работа сети в таком режиме может привести к появлению замыкания в другой точке сети, появлению так называемого двойного замыкания на землю, причем второе замыкание может произойти как на поврежденной, так и на неповрежденной линии (КЗ «за спиной»). Несмотря на

многообразие предлагаемых программно-аппаратных средств, проблема ОМП при ДвЗЗ не имеет до настоящего времени общепризнанного решения, а современные методы, позволяющие рассчитать расстояние до мест замыканий, обладают большой погрешностью.

Структура и основное содержание работы

Представленная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 205 наименований и 2 приложений, изложена на 138 страницах, содержит 16 таблиц и 63 рисунка.

Во введении раскрыта актуальность темы исследования, обозначены цели и задачи, показана научная новизна и практическая значимость работы, перечислены методы исследования и основные положения, выносимые на защиту. Отмечен вклад отечественных и зарубежных ученых по теме диссертации.

В первой главе обсуждаются и анализируются основные методы ОМП в сетях с изолированной нейтралью для всех разновидностей замыканий на землю. Определяются основные причины возникновения погрешностей методов ОМП ЛЭП, отмечается возможность осуществления компенсации методической погрешности расчета.

Во второй главе рассмотрены схемы замещения при двойных замыканиях на землю на одной и на разных линиях. По рассматриваемым схемам разрабатываются основные алгоритмы ОМП на воздушных ЛЭП, проводится моделирование ДвЗЗ и набирается статистика распределения погрешности расчета от различных параметров. Предлагаются способы компенсации погрешности расчета.

Третья глава посвящена анализу возможности адаптации разработанных алгоритмов ОМП ЛЭП при двойных замыканиях на землю к проблеме ОМП при однофазных замыканиях. В главе исследуется возможность подключения балластного сопротивления к резервной ячейке распределительного устройства, для дальнейшей имитации двойного замыкания при ОЗЗ.

В четвертой главе представлены результаты исследование возможности применения информации о параметрах нормального режима. Осуществляется разделение аварийного режима на нагрузочную и «чисто аварийную» составляющие.

В заключении сведены выводы по результатам исследования и даны практические рекомендации по использованию разработанных методов.

В приложении представлены акты внедрения результатов работы и информация о полученных патентах.

Обоснованность и достоверность, новизна основных положений диссертации

Цели и задачи диссертационного исследования понятно сформулированы, структура работы обладает целостностью, логичной последовательностью, непротиворечивостью и завершенностью.

Полученные научные результаты в достаточной степени аргументированы результатами имитационных экспериментов, а также согласуются с другими исследованиями по смежным темам.

Диссертационная работа выполнена на требуемом научном и методическом уровне, научные положения, выводы и рекомендации основываются на комплексе теоретических и экспериментальных достижений в области теоретических основ электротехники, теории электромагнитных переходных процессов, имитационного моделирования, статистического анализа, цифровой обработки сигналов.

Работа содержит анализ достаточного количества литературных источников по теме исследования.

Основные положения и результаты работы прошли рецензирование и опубликованы в ведущих журналах, а именно в 33 публикациях, из которых 9 в рецензируемых изданиях, входящих в перечень рекомендованных в ВАК, 7 в изданиях индексируемых в базе данных Scopus, по результатам работы получено 8 патентов на изобретение. Также диссертационная работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках конкурса на лучшие проекты фундаментальных научных исследований, выполняемые молодыми учеными, обучающимися в аспирантуре.

Научная новизна диссертационной работы заключается в разработке новых алгоритмов ОМП при замыканиях на землю, применении различных методов повышения точности расчета, а также использовании метода наложения для выделения чисто аварийного режима и обеспечения применимости разработанных алгоритмов в сетях произвольной конфигурации.

Ценность для науки и практики проведенной соискателем работы

Научную ценность работы составляют предлагаемые автором способы ОМП ЛЭП:

1. Алгоритмы ОМП воздушных ЛЭП 6–35 кВ при ДвЗЗ как на одной, так и на разных линиях с использованием фазных координат;
2. Методы повышения точности ОМП воздушных ЛЭП в сетях с изолированной нейтралью, отличающиеся применением итерационных расчетов и имитационного моделирования;
3. Алгоритмы ОМП при ОЗЗ в сетях с изолированной нейтралью,

отличающиеся использованием балластного сопротивления и кратковременного введения ДвЗЗ;

4. Алгоритмы ОМП при ДвЗЗ и ОЗЗ воздушных ЛЭП, основанные на использовании метода наложения.

Эффективность предлагаемых способов подтверждается корректностью разработанных математических моделей, сходимостью их результатов с результатами, полученными в других прикладных пакетах для имитационного моделирования, а также сопоставлением полученных результатов с исследованиями других авторов.

Практическая ценность работы обусловлена особенностью работы сетей с изолированной нейтралью их большой протяженностью и высокой аварийностью.

Вопросы и замечания к работе

1) Рассматриваемые в диссертации алгоритмы не учитывают сезонные изменения параметров ЛЭП, между тем данные изменения могут влиять на точность методов ОМП ЛЭП;

2) В распределительных сетях среднего напряжения распространены дуговые замыкания, однако в модельных экспериментах влияние дуги на процесс ОМП рассмотрен упрощенно. Высокочастотные составляющие могут выступать в качестве информационной базы для ОМП и также могут быть применимы при разработке алгоритмов;

3) Необходимость кратковременного введения двойного замыкания, может привести к ложному срабатыванию релейной защиты и отключению поврежденной линии. Следовало бы проработать логику загробления уставок на момент искусственного введения замыкания;

4) Определения места повреждения на ЛЭП в сетях с изолированной нейтралью некоторые производители предлагают решать за счет установки указателей поврежденного участка, на коротких интервалах друг относительно друга, что позволяет довольно точно определить место повреждения. В чем преимущество предлагаемых методов перед данной группой алгоритмов?

5) Чем обусловлена основная причина появления погрешности расчетов?

6) Автор заявляет, что разработка алгоритмов с использованием фазных координат обладает до трех раз более высокой точностью в сравнении с существующими методами. На основании чего сделаны такие выводы и как достигается такая точность расчета?

7) Какая линия принималась за эталонную при формировании таблицы поправочных коэффициентов?

8) Как будет влиять информативная составляющая напряжений на точность расчетов при коротких замыканиях в конце линии, когда напряжение изменяется незначительно и сопоставимо с погрешностью, вносимую измерительными трансформаторами?

9) В редакционном плане следует отметить, что в тексте диссертации встречаются повторы рассуждений, не всегда обусловленные их необходимостью.

Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Предложенные автором алгоритмы ОМП могут быть реализованы на базе современных терминалов релейной защиты, путем обновления программного обеспечения устройства.

Представленные в работе рекомендации по использованию параметров нормального режима, при реализации алгоритмов ОМП могут быть успешно применены при разработке новых алгоритмов ОМП.

Заключение по работе

Отмеченные замечания носят частный характер и не влияют на положительную оценку диссертации. Исследования автора достаточно широко опубликованы в научно технической литературе. Автореферат и публикации автора отражают основное содержание работы.

Диссертационная работа Осокина Владислава Юрьевича является завершённой научно-квалификационной работой, в которой содержатся технические решения, направленные на повышение точности определения места повреждения на воздушных линиях электропередачи в сетях с изолированной нейтралью, что имеет важное научно-практическое значение для электроэнергетики.

По своей актуальности, новизне, научно-практической значимости диссертация на тему «Методы повышения точности определения места повреждения воздушных линий электропередачи при замыканиях на землю в сетях с изолированной нейтралью» соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук согласно п.п. 9 - 14 Положения о присуждении ученых степеней, утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 (в ред. Постановлений Правительства РФ № 335 от 21.04.2016, № 748 от 02.08.2016, от 29.05.2017 № 650, от 28.08.2017 № 1024, от 01.10.2018 № 1168), а сам автор достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2 – «Электротехнические комплексы и системы».

Отзыв на диссертацию составлен д.т.н., профессором, профессором кафедры «Автоматическое управление электроэнергетическими системами» Шуиным Владимиром Александровичем, обсужден и одобрен на заседании кафедры автоматического управления электроэнергетическими системами ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина», протокол № 8 от « 03 » мая 2024 г.

Заведующий кафедрой
автоматического управления
электроэнергетическими системами
ФГБОУ ВО «Ивановский
государственный энергетический
университет имени В.И. Ленина»,
к.т.н., доцент

Лебедев Владимир Дмитриевич

Подпись Лебедева Владимира Дмитриевича заверяю

*Проректор по научной
работе ИГЭУ*



Тютюков В.В.

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»

153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34.

Кафедра «Автоматическое управление электроэнергетическими системами»

Web-сайт

Тел.: 8 (4932) 26-99-06

Адрес электронной почты: rza@rza.ispu.ru